Foto: Sandra F. B. Trufem

DOMÍNIO EUKARYA

ZYGOMYCOTA

zygo = zigoto; *mykós* = fungo

Reino Fungi
Filo Zygomycota

Scutellospora heterogama

Número de espécies
Classe Zygomycetes
No mundo: 867
No Brasil: 162
Conhecidas no estado de São Paulo:
82 Mucolares, possivelmente mais 10 spp. novas;
e 80 Glomales, possivelmente mais 21 spp. novas
Classe Trichomycetes
No mundo: 189

Zygomycota constitui grupo de fungos ditos verdadeiros, possivelmente com ancestral comum com os Chytridiomycota. Apresentam parede celular composta por quitina-quitosano, com micélio geralmente bem desenvolvido, porém cenocítico, com septos verdadeiros ocorrendo apenas na delimitação dos órgãos de reprodução. No restante do talo, ocorrem septos mais esporadicamente, ou com o envelhecimento da colônia. A reprodução assexuada é realizada por meio de esporos imóveis, os aplanósporos, que, de acordo com o tipo de estrutura que os transporta, recebem nomes diversos, como esporangiósporos (em esporângios), merosporangiósporos (em merosporângios), cladósporos (em cladosporângios) e assim por diante. Tem-se ainda esporangíolos (esporângios com 2-30 esporos) e esporângios uniesporados. A reprodução sexuada acontece pela copulação gametangial, entre hifas de micélios geneticamente compatíveis, geralmente heterotálicos, sendo raras as espécies homotálicas. O resultado, zigoto ou zigósporo, por sua vez, encontra-se no interior do zigosporângio, que apresenta parede espessa, escura, geralmente com ornamentações por verrugas ou espinhos. O zigosporângio geralmente é nu, mas podem ocorrer apêndices hifálicos que partem das células suspensoras e envolvem, em diversos graus, o zigoto. A maioria dos Zygomycota é representada por indivíduos sapróbios, crescendo sobre matéria vegetal em decomposição e/ou fezes de herbívoros, com capacidade de assimilação das substâncias de estrutura molecular mais simples.

Há, também, grupos que são micorrízicos e simbiotróficos mutualistas obrigatórios; alguns podem ser parasitas fracos de plantas e de frutos e grãos estocados; alguns são

fermentadores; outros, simbiontes com invertebrados, em relação ainda obscura, com autores advogando o comensalismo ou o mutualismo; e, finalmente, alguns outros representantes podem ser parasitas obrigatórios ou facultativos de insetos. São consideradas como válidas 2 classes, 11 ordens, 37 famílias, 173 gêneros além de 105 sinônimos e 1056 espécies. Enquanto a classe Zygomycetes está organizada em 7 ordens, 30 famílias, 125 gêneros incluindo 83 sinônimos e 867 espécies, apresenta-se mais homogênea em seus caracteres gerais, o grupo dos Trichomycetes organizado em 4 ordens, 7 famílias, 48 gêneros além de 22 sinônimos e 189 espécies é colocado em Zygomycota, em função de estrutura que lembra zigósporo, embora não existam evidências citológicas que corroborem o fato.

DIVERSIDADE NO REINO FUNGI: ZIGOMYCOTA

4

SANDRA FARTO BOTELHO TRUFEM

Instituto de Botânica, Seção de Micologia e Liquenologia.
Caixa Postal 4005, 01061-970 São Paulo, SP

1. Introdução

Os Zygomycetes constituem grupo de fungos sapróbios por excelência em matéria orgânica em decomposição, bem como fezes de herbívoros, sendo conhecidas espécies coprófilas obrigatórias e facultativas. Alguns poucos gêneros são reconhecidos como apresentando espécies parasitas de plantas superiores, outros atacam grãos, legumes e frutos estocados. Há casos relatados de micoses profundas (sistema nevoso central, pulmões, globo ocular) em pessoas imunodeprimidas por tratamentos quimioterápicos ou em portadores do vírus HIV. Há ainda grupo micorrízico, com relação simbiotrófica obrigatória mutualista com as plantas que os hospedam. O micélio geralmente é bem desenvolvido, cenocítico, com septos ocorrendo de modo esparso, principalmente com o envelhecimento da colônia. A reprodução é caracteristicamente realizada por meio de esporos assexuados, sem estruturas de movimentação (flagelos), nem vestígios de cinetoplastos, mesmo em observações ao microscópio eletrônico de transmissão. Sendo a maioria dos representantes heterotálicos, a reprodução assexuada é importante também para os estudos da taxonomia dos grupos. Os grupos homotálicos são poucos, restritos a alguns gêneros. O zigósporo resultante apresenta zigosporângio, em geral densamente pigmentado, com ornamentação por verrugas, espinhos ou tubérculos, mas também lisos. O zigósporo, quando maduro, revela, em seu interior, conspícua gota de óleo (Hesseltine & Ellis 1973).

Os Zygomycetes estão representados por seis ordens, Mucorales, Glomales, Entomophthorales, Kickexellales, Endogonales e Dimargaritales, das quais as duas primeiras são mais conhecidas, quer em função do número de representantes, quer em função do nicho ecológico ocupado, quer em função das técnicas de isolamento desenvolvidas para seu estudo. Assim, a ordem Mucorales abriga indivíduos geralmente sapróbios ou parasitas fracos, e a ordem Glomales caracteriza-se pelos representantes obrigatoriamente simbiotróficos mutualistas (Alexopoulos *et al.* 1996).

Mucorales é a ordem com maior número de representantes (299 espécies), (Hawksworth *et al.* 1995), sendo também conhecidos como "fungos do açúcar", uma vez que sua capacidade de degradação limita-se às moléculas de estrutura mais simples, como glicose e sacarose. Assim, seus representantes são os primeiros fungos a colonizar um substrato, crescendo rápida e exuberantemente, com micélio denso e conspícuo, chegando a atingir 2-3cm de altura. Consumidos os açúcares primários, cedem lugar na sucessão aos fungos com bagagem enzimática mais complexa, não sem antes deixar sobre o substrato e adjacências seus milhões e bilhões de esporos (Hesseltine & Ellis 1973).

A ordem abriga 13 famílias (Hawksworth *et al.*, 1995): Chaetocladiaceae (2 gêneros, 7 espécies), Choanephoraceae (3 gêneros, 5 espécies), Cunninghamellaceae (1 gênero, *Cunninghamella*, 7 espécies), Gilbertellaceae (1 gênero monoespecífico), Mortierellaceae (7 gêneros, 106 espécies, sendo que o gênero *Mortierella* abriga cerca de 90 espécies), Mucoraceae (20 gêneros, 122 espécies, sendo os principais gêneros *Absidia, Circinella, Mucor, Rhizopus, Zygorhynchus*), Mycothyphaceae (2 gêneros, 6 espécies), Phycomycetaceae (1 gênero, *Phycomyces*, com 3 espécies), Pilobolaceae (3 gêneros, 13 espécies, sendo *Pilobolus* o mais conhecido), Radiomycetaceae (2 gêneros, 4 espécies), Sakseneaceae (1 gênero monoespecífico), Syncephalastraceae (1 gênero, *Syncephalastrum*, com 2 espécies) e Thamnidiaceae (12 gêneros, 22 espécies, sendo mais conhecidos os gêneros *Thamnidium e Thamnostylum*)

Embora conhecidos desde o século XVIII, quando foi descrita a espécie hoje designada como *Pilobolus longipes* por Tode em 1784. Os Mucorales não têm atraído os jovens micólogos para estudar o grupo. As principais e mais consistentes revisões de Mucorales *lato senso* aconteceram com os trabalhos de Zycha (1935) e a posterior revisão de Zycha *et al.* (1969). A seguir, já entrando na década de 50 e alcançando o início da década de 70, tem-se os inúmeros trabalhos de Ellis, Benjamin e Hesseltine e diversos colaboradores (Benjamin 1958; 1959; 1966; Benjamin & Hesseltine 1959; Ellis, 1963; 1966; Ellis & Hesseltine 1961; 1964; 1966; Hesseltine 1953; 1955; 1986; Hesseltine & Benjamin 1957; Hesseltine & Ellis 1973; Hesseltine & Fennel 1955; Hesseltine *et al.* 1959). Schiper deve ser mencionada pelos relevantes trabalhos de revisão taxonômica dos gêneros *Mucor* (Schiper 1973,1975,1976; 1978) e *Rhizopus* (Schiper 1979) e, em anos mais recentes, pode-se mencionar Benny e diversos colaboradores (Benny 1991; Benny & Benjamin 1976; 1992; 1993; Benny *et al.* 1985), que vêm realizando interessantes estudos com o auxílio de cladística, trazendo novas evidências para o grupo e atualizando as propostas taxonômicas, para alguns gêneros de Mucorales, inclusive com a segregação de novas ordens.

Alguns estudos também têm-se voltado para as Mucorales no sentido de utilizar vários de seus representantes para a produção de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico), ß-caroteno e precursores de corticóides. Acrescenta-se o interesse dos povos, sobretudo os orientais, que utilizam várias espécies de Mucorales na fermentação de alimentos, como o sufu, tempeh e missô (Hesseltine 1986).

A ordem Glomales abriga as famílias Glomaceae (gêneros *Glomus* e *Sclerocystis*), Acaulosporaceae (gêneros *Acaulospora* e *Entrophospora*) e Gigasporaceae (gêneros *Gigasopora* e *Scutellospora*), constituindo os atualmente denominados fungos micorrízicos arbusculares, com cerca de 150 espécies descritas. Embora as associações micorrízicas tenham sido descritas em 1885, por Frank, apenas em 1922 Thaxter realizou a primeira revisão desse grupo de fungos, à época chamados Endogonáceos, tendo reconhecido 24 espécies. Gerdemannn & Trappe (1974) consolidaram novos e relevantes conceitos para os Endogonáceos, criando novos gêneros e reconhecendo 44 espécies.

Em anos mais recentes, pode-se citar Walker (1983; 1986), que estabeleceu conceitos taxonômicos de peso para o grupo, sendo seus trabalhos acatados e amplamente incrementados por Morton. Atualmente, a taxonomia de Glomales está passando por atualizadas e significativas revisões, graças aos estudos deste último autor e diversos colaboradores (Morton 1988; 1990; Morton & Benny 1990; Sturmer & Morton 1997) que têm decifrado e lançado luzes no que diz respeito às relações destes organismos com seus fitobiontes e às relações filogenéticas desse grupo de fungos.

Os métodos de estudos e aspectos taxonômicos (descrições das espécies e chaves de identificação) encontram-se razoavelmente consolidados, respectivamente, nos trabalhos de Schenck (1982) e Schenck & Pérez (1990). No entanto, o volume significativo de novas informações exige que essas referências sejam atualizadas com publicações mais recentes.

A ordem Enthomophthorales (6 famílias, 23 gêneros, 185 espécies) (Hawksworth *et al.* 1995) merece comentário, pois constitui ordem com vários representantes que são parasitas obrigatórios e/ou facultativos em insetos adultos ou suas larvas. Há algum interesse no grupo, uma vez que seus representantes têm potencial para serem utilizados em controle biológico. No entanto, as dificuldades em cultivá-los em meios de cultura sintéticos tem afugentado interessados. Uma das referências básicas para o grupo é a de Waterhouse (1973). Após esses estudos, pode-se mencionar, de modo mais consistente, as contribuições de Humber (1976; 1981; 1989).

Os demais grupos de Zygomycetes, ou seja, Kickxellales, Endogonales e Dimargaritales, apresentam referências apenas de estudiosos do exterior. Considerando-se que algumas dessas ordens foram segregadas a partir de Mucorales em anos mais recentes, muitos trabalhos anteriores tratam desses grupos e estão referidos ao final deste texto.

Os Trichomycetes, por outro lado, constituem um grupo de organismos obrigatoriamente associados ao trato digestivo de artrópodes, geralmente larvas com vida aquática, mantendo com seus hospedeiros relações ainda não bem definidas, havendo a tendência em aceitá-los como comensais. Existem evidências, no entanto, que demonstram que esses organismos podem ter atuação positiva na vida de seus hospedeiros, uma vez que liberam ou, de alguma forma, atuam na produção e liberação de vitaminas do complexo B e esteróis. O talo está

reduzido a uma porção basal, que se prende ao intestino do hospedeiro, daí retirando nutrientes, e a uma porção ereta, que transporta os elementos de reprodução. Os esporos assexuados podem apresentar um longo apêndice apical ou basal, daí o nome tricósporo (tricho = pêlo, cabelo; spora = esporo). Além dos tricósporos, outros tipos de esporos podem ser formados, como esporangiósporos, artrósporos e até mesmo células amebóides. A reprodução sexuada é realizada com a formação de estrutura bicônica, que tem sido interpretada como zigósporo.

Existem poucos estudiosos do grupo, merecendo destaque Lichtwardt e Moss, com trabalhos individuais ou em colaboração (Lichtwardt 1976; 1986; Lichtwardt & Willimans 1992a; 1992b; 1992c; Moss & Lichtwardt 1977; Moss & Young 1978; Moss *et al.* 1975).

2. Estado da arte no Brasil e no estado de São Paulo

Enquanto no exterior há alguns grupos de pesquisadores que se preocupam com o estudo de Zygomycota, tanto Mucorales como Glomales, nos aspectos de levantamento da diversidade, taxonomia e utilização, o mesmo não se pode dizer para o Brasil.

Em termos de levantamento, para a região Nordeste, tem-se o recente trabalho de Maia *et al.* (1996), que consolidou toda a literatura micológica da região em revisão sobre o tema. Este trabalho menciona relatos de Mucorales, além de outros grupos de fungos, para os Estados de Pernambuco, Bahia, Alagoas, Paraíba e Ceará, dentre os quais podem ser citados Batista *et al.* (1964); Batista & Vital (1956); Lira (1971); Upadhyay (1967, 1973).

Para o estado de São Paulo, sobre a ocorrência de Mucorales, tem-se os relatos de Viégas, na década de 50, abordando aspectos de fitopatologia, em inúmeros trabalhos publicados, sobretudo no periódico *Bragantia*.

No tocante a relatos consolidados para fungos em geral, incluindo Mucorales em particular, tem-se a revisão realizada por Milanez *et al.*(1997), para cerrado. Dentre os trabalhos que tratam do grupo em outros ecossistemas, citam-se os de Trufem (1978; 1981a; 1981b; 1981c; 1984), Trufem & Viriato (1985), Viriato & Trufem (1985 a, 1985b) e Viriato (1996), que relatam a ocorrência de Mucorales em solo e em fezes de herbívoros. Ainda para o Estado de São Paulo, tem-se outros relatos, além de Dissertações e Teses, que, tendo investigado a diversidade de fungos microscópicos de solo e de folhedo, mencionam diversos táxons de Mucorales (Antunes *et al.* 1993; Atilli 1993; Ninomyia *et al.* 1993; Schoenlein-Crusius 1993; Schoenlein-Crusius & Milanez1998; Schoenlein-Crusius *et al.* 1996).

No que se refere a Glomales, a situação é pouco menos incipiente. No início das investigações do grupo no Brasil, os experimentos eram realizados com linhagens trazidas do exterior, principalmente dos Estados Unidos. A partir de 1985 é que pesquisadores brasileiros passaram a se preocupar com a diversidade do grupo no país, dando., a partir de então, mais atenção aos isolados nativos.

Para o Nordeste do país, volta-se a mencionar a revisão bibliográfica realizada por Maia *et al.* (1996), podendo-se mencionar, a título de exemplos, os trabalhos de Almeida (1985), Farias (1994), Maia & Trufem (1990) e Souza (1994). Para os demais estados, há vários grupos de pesquisadores que têm se dedicado à investigação de Glomales. Trufem (1996) apresentou trabalho comentando sobre o estado da arte em diversidade de fungos micorrízicos no Brasil, mencionando os grupos de investigadores nas diferentes áreas do País.

Podem ser acrescentados inúmeros outros trabalhos de Dissertações e Teses com o grupo, além de resumos de trabalhos apresentados em Congressos Nacionais. Neste aspecto, vale a pena comentar que os estudiosos de Glomales vêm realizando, desde 1985, Reuniões Brasileiras sobre Micorrizas (Resumos das Reuniões Brasileiras sobre Micorrizas 1985, 1987, 1989, 1991, 1994, Resumos da Reunião Solo/Suelo 1997). Nesses livros de resumos pode-se ter conhecimento das linhas de pesquisa desenvolvidas em Glomales, assim como dos grupos que lideram essas investigações em todo o país, que, de modo geral, se concentram nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco, Ceará e Paraná, além de grupos, em diversos estádios do conhecimento, no Distrito Federal, Bahia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraíba, Pará e Amazonas.

Para o Estado de São Paulo, tem-se, nos aspectos de levantamento e taxonomia, de modo mais constante, os trabalhos Trufem e diversos colaboradores (Trufem 1988; 1990a; 1990b; 1995; Trufem & Bononi 1989; Trufem & Malatinszky 1995; Trufem & Viriato 1990; Trufem *et al.* 1989a; 1989b; 1990; 1994; Bononi & Trufem 1989; Grandi & Trufem 1991), em que foram investigadas áreas sob vegetação nativa preservada (Mata Atlântica

e cerrado), impactada (Mata Atlântica, na região de Cubatão) e áreas cultivadas (culturas, como café, milho, arroz, soja,. introduzidas em áreas de cerrado; plantas ornamentais). Por outro lado, diversas áreas mais ligadas à produção de culturas de interesse econômico, têm investigado a ocorrência de Glomales em culturas do Estado de São Paulo e mencionado a ocorrência de alguns gêneros ou espécies mais abundantes nos ecossistemas estudados (Balota 1989; Bononi *et al.* 1988; Carrenho 1993; Gomes-da-Costa 1993). Para Trichomycetes não há relatos para o Brasil.

3. Metas

Urge a formação de taxonomistas para os grupos de Mucorales *lato senso* e Glomales, isto é, Zygomycetes em geral, e em futuro muito próximo. Caso contrário, a geração subseqüente terá de começar como autodidata, pois os taxonomistas mais treinados já estão se retirando da vida científica. Recomenda-se também o início dos estudos em Trichomycetes para o Brasil.

4. Bibliografia

Alexopoulos, C.J.; Mins, C.W. & Blackwell, M. 1996. Introductory mycology. 4th ed. John Wiley & Sons Inc., New York.

Almeida, R.T. 1985. Estudos sobre micorrizas vesículo-arbusculares no Ceará. Fitopatologia Brasileira, 10:210-212.

Antunes, M.F.R.; Ninomyia, A. & Schoenlein-Crusius, I.H. 1993. Efeitos da queimada sobre a micota de solo da mata Mata Atlântica, na Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, SP. Hoehnea, 20:1-8.

Atilli, D.S. 1994. Isolamento, identificação e ecologia de fungos celulolíticos do solo da Estação Ecológica de Juréia-Itatins, SP. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. Tese de Doutorado.

Balota, E.L. 1989. Flutuação sazonal de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). ESALQ, Piracicaba. Dissertação de Mestrado.

Batista, A.C.; Barros, F.A.C.; Silva, J. 1964. Distribuição em profundidade dos fungos dos solos do Estado do Maranhão. Instituto de Micologia, UFPE, publicação 412.

Batista, A.C. & Vital, A.F. 1956. Notas sobre *Syncephalastrum racemosum* Cohn. e sua constatação em Pernambuco. Anais da Sociedade de Biologia de Pernambuco, 14(1-2):54-59 (publicação IMUR 7).

Benjamin, R.K. 1958. The sexuality in the Kickxellaceae. Aliso, 4:149-169.

Benjamin, R.K. 1959. The merosporangiferous Mucorales. Aliso, 4:321-433.

Benjamin, R.K. 1966. The merosporangium. Mycologia, 58:1-42.

Benjamin, C.R. & Hesseltine, C.W. 1959. Studies on the genus *Phycomyces*. Mycologia, 51:751-771.

Benny, G.L. 1991. Gilbertellaceae, a new family of the Mucorales (Zygomycetes). Mycologia, 83:150-157.

Benny, G.L. & Benjamin, R.K. 1976.Observations on Thamnidiaceae (Mucorales).II. *Chaetocladium, Mycothypha* and *Phascolomyces*. Aliso, 8:391-424.

Benny, G.L. & Benjamin, R.K. 1992. The Radiomycetaceae (Mucorales, Zygomycetes).III. A new species of *Radiomyces*, and cladistic analysis and taxonomy of the family, with a discussion of the evolutionary ordinal relatinships in Zygomycotina. Mycologia, 83:713-735.

Benny, G.L. & Benjamin, R.K. 1993. Observations on Thamnidiaceae.IV. Two new species of *Dichotomocladium* and zygospores of *D. hesseltinei* (Chaetocladiaceae). Mycologia, 85:660-671.

Benny, G.L., Kirk, P.M. & Samson, R.A. 1985. Observations on Thamnidiaceae (Mucorales).III. Mycothyphaceae fam. nov. and a re-evaluation of *Mycotipha* sensu Benny & Benjamin, illustrated by two new species. Mycotaxon, 22:119-148.

Bononi, V.L.R.; Barbosa, L.M. & Viriato, A. 1988. Micorrizas vesículo-arbusculares em amendoim e em plantas invasoras de culturas. Hoehnea, 15:1-9.

Bononi, V.L.R. & Truffem, S.F.B. 1989. Endomicorrizas vesículo-arbusculares do cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP, Brasil. Rickia, 10:55-84.

Carrenho, R. 1993. Efeitos dos fungicidas sistêmicos fosetil – Al. e metalaxil-mancozeb sobre as populações nativas de fungos micorrízicos arbusculares e sobre o estabelecimento natural da associação micorrízica em mudas cítricas (combinação varietal *Citrus sinensis* Osbeck / *Citrus limonia* L. UNESP, Rio Claro, Dissertação de Mestrado.

Ellis, J.J. 1963. A study of *Rhopalomyces elegans* in pure culture. Mycologia, 55:183-198.

Ellis, J.J. 1966. On growing *Syncephalis* in pure culture. Mycologia, 58:465-469.

Ellis, J.J. & Hesseltine, C.W. 1966. Species of *Absidia* with ovoide sporangiospores. II. Sabouraudia 5:59-77.

Farias, M.C.C. 1994. Efeitos de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e da adição de fósforo sobre o desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.) cultivado em solos sob diferentes sistemas de manejo (Serra Talhada, PE). UFPE, Recife. Dissertação de Mestrado.

Gerdemann, J.W. & Trappe, J.M. 1974. Endogonaceae in the Pacific Northwest. Mycologia Memoir, 5:1-76.

Gomes-da-Costa, S.M. 1993. Fungos micorrízicos arbusculares em monoculturas e rotações de milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* (L.) Merril). UNESP, Rio Claro. Tese de Doutorado.

Grandi, R.A.P. & Trufem, S.F.B. 1991. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em Marantaceae cultivadas no Instituto de Botânica, São Paulo, SP. Revista Brasileira de Botânica, 14:89-95.

Hawksworth, D.L.: Kirk, B.C.; Sutton, B.C. & Pegler, D.N. 1995. Ainsworth & Bisby's dictionary of fungi. 8th ed. CAB International, Wallingford.

Hesseltine, C.W. 1955. Genera of Mucorales with notes on their synonimy. Mycologia, 47:344-363.

Hesseltine, C.W. 1960. *Gilbertella* gen. nov. (Mucorlaes). Bulletin of the Torrey Botanical Club, 87:21-30.

Hesseltine, C.W. 1986. Zygomycetes in food fermentation. Mycologist, 5:162-169.

Hesseltine, C.W. & Benjamin, C.R. 1957. Notes on the Choanephoraceae. Mycologia, 49:723-733.

Hesseltine, C.W.; Benjamin, C.R. & Mehrotra, B.S. 1959. The genus *Zygorhynchus*. Mycologia, 51:173-194.

Hesseltine, C.W. & Ellis, J.J. 1961. Notes on Mucorales, specially *Absida*. Mycologia, 53:206-426.

Hesseltine, C.W. & Ellis, J.J. 1964. The genus *Absidia: Gongronella* and cylindrical spored species of *Absidia* Mycologia, 56:568-601.

Hesseltine, C.W. & Ellis, J.J. 1973. Mucorales, pp. 187-217 *In:* The Fungi, vol. IVB, Ainswoth, G.C.; Sparrow, F.K. & Sussman, A.F. ed. Academic Press, New York.

Hesseltine, C.W. & Fennel, D.I. 1955. The genus *Circinella*. Mycologia, 47:193-212.

Humber, R.A. 1976. The systematics of the genus *Strongwellsea* (Zygomycetes: Entomophthorales). Mycologia, 68:1042-1060.

Humber, R.A. 1981. An alternative view of certain taxonomic criteria used in the Entomophthorales (Zygomycetes). Mycotaxon, 13:191-240.

Humber, R.A. 1989. Synopsis of a revised classification for the Entomophthorales (Zygomycotina). Mycotaxon, 34:441-460.

Lichtwardt, R.W. 1976. Trichomycetes pp. 651-671. *In:* **Jones, E.B.G**. (ed.) Recent advances in aquatic mycoloy. Elek Sciences, London.

Lichtwardt, R.W. 1986. The Trichomycetes. Springer-Verlag, New York.

Lichtwardt, R.W. & Willians, M.C. 1992a. Two new Australian species of Amoebidiales associated with aquatic insect larvae,and comments on their biogeography. Mycologia, 84:376-383.

Lichtwardt, R.W. & Willians, M.C. 1992b. Tasmanian Trichomycete gut fungi in aquatic insect larvae. Mycologia, 84:384-391.

Lichtwardt, R.W. & Willians, M.C. 1992c. Western Australian species os *Smittium* and other Trichomycetes in aquatic insect larvae. Mycologia, 84:392-398.

Lira, N.P. 1971. Espécies de *Absidia* do solo do Maranhão – aspectos ecológicos. IMUFPE, public. 690.

Maia, L.C., Barros, S.T. & Cavalcanti, M.A. 1996. Fungos pp. 9-35. In Sampaio, E.V.S.B.; Mayo, S.J. & Barbosa, M.R. (ed.). Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas. Sociedade Botânica do Brasil, Seção Regional de Pernambuco, Recife.

Maia, L.C. & Trufem, S.F.B. 1990. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em solos cultivados no Estado de Pernambuco. Brasil Revista Brasileira de Botânica, 13:89-95.

Milanez, A.I.; Schoenlein-Crusius, I.H.; Tauk-Tornisiello, S.M. & Trufem, S.F.B. 1997. Subgrupo e – Microrganismos (Fungos) pp. 68-82. *In:* Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo. Cerrado: Bases para a conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do Estado de São Paulo.

Morton, J.B. 1988. Taxonomy of VA Mycorrhizal fungi: classification, nomenclature and identification. Mycotaxon, 32:267-324.

Morton, J.B. 1990. Evolutionary relationships among arbuscular mycorrhizal fungi in the Endogonaceae. Mycologia, 82:192-207.

Morton, J.B. & Benny, G.L. 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. Mycotaxon, 37:471-491.

Moss, S.T. & Lichtwardt, R.W. 1977. Developmente of trichospores and their appendages in *Genostellospora homothallica* and other Harpellales and fine structural evidence for the sporangial nature of trichospores. Canadian Journal of Botany, 54: 2346-2364.

Moss, S.T. & Young, T.W.K. 1978. Phyletic considerations of the Harpellales and Asellariales (Trichomycetes, Zygomycotina). Mycologia, 70:944-963.

Moss, S.T.; Lichtwardt, R.W. & Manier, J.F. 1975. *Zygopolaris* a new genus of Trichomycetes producing zygospores with polar attachment. Mycologia, 67:120.127.

Ninomiya, A.; Antunes, M.F.R. & Schoenlein-Crusius, I.H. 1993. Fungi from soil affected by birds in the "Parque Estadual das Fontes do Ipiranga", São Paulo State, Brazil. Revista de Microbiologia, 24:49-53.

Morton, J.B. 1988. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi: classification, nomenclature and identificatiom. Mycotaxon, 32:267-324.

Moss, S.T. & Young, K. 1978. Phyletic considerations of the Harpellales and Asellariales (Trichomycetes, Zygomycotina). Mycologia, 70:944-963.

Resumos da I Reunião Brasileira sobre Micorrizas. 1985. Editora FAEPE, Lavras, MG.

Resumos da II Reunião Brasileira sobre Micorrizas. 1987. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, SP.

Resumos da III Reunião Brasileira sobre Micorrizas. 1989.CENA e ESALQ, USP, Piracicaba, SP.

Resumos da IV Reunião Brasileira sobre Micorrizas. 1991. EMBRAPA, Mendes, RJ.

Resumos da V Reunião Brasileira sobre Micorrizas. 1994. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

Resumos da VI Reunião Brasileira sobre Micorrizas. Congresso SOLO/SUELO.1997. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Águas de Lindóia, SP.

Schipper, M.A.A. 1973. A study on variability in *Mucor hiemalis* and related species. Studies in Mycology, 4:1-40.

Schipper, M.A.A. 1975. On *Mucor mucedo, Mucor flavus* and related species. Studies on Mycology, 10:1-33.

Schipper, M.A.A. 1976. On *Mucor circinelloides, Mucor racemosus* and related species. Studies on Mycology, 12:1-40.

Schipper, M.A.A. 1978. On certain species of *Mucor* with a key to all accepted species. Studies on Mycology, 17:1-52.

Schipper, M.A.A. 1984a. A revision of the genus *Rhizopus*. I. The *Rhizopus stolonifer* group and *Rhyzopus oryzae*. Studies on Mycology, 25:1-19.

Schenck, N.C. 1982. Methods and principles of mycorrhizal research. American Phytopathological Society, St. Paul.

Schenck, N.C. & Pérez, Y. 1990. Manual for the identification of VA Mycorrhizal fungi. 3rd. Ed. Synergistic Publications, Gainesville.

Schoenlein-Crusius, I.H. 1993. Sucessão fúngica em folhas de *Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg. em ambientes aquático e terrestre, na Mata Atlântica, Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André, SP. UNESP, Rio Claro. Tese de Doutorado.

Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A..I. 1998. Fungos microscópicos da Mata Atlântica de Paranapiacaba, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Botânica, 21:73-79.

Schoenlein-Crusius, I.H., Trufem, S.F.B., Malatinszky, S.M.M., Ninomyia, A. & Antunes, M.F.R. 1996. Mucorales (Zygomycotina) from soil affected by excrement of birds in the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brazil. Revista Brasileira de Botânica, 19:7-10.

Souza, C.M.T.S. 1994. Influência de fungos micorrízicos arbusculares e da adição de fósforo no desenvolvimento do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) cultivado em solos nativos ou queimados do município de Araripina, PE. UFPE, Recife. Dissertação de Mestrado.

Sturmer, S.L. & Mortom, J.B. 1997. Developmental patterns defining morphological characters in spores of four species of *Glomus*. Mycologia, 89:72-81.

Thaxter, R. 1922. A revision of the Endogonaceae. Proceedings of the American Academy of Arts and Science, 57:291-351.

Trufem, S.F.B. 1978. Mucorales (Zygomycetes) do Estado de São Paulo. Escola Paulista de Medicina, São Paulo. Dissertação de Mestrado.

Trufem, S.F.B. 1981a. Mucorales do Estado de São Paulo.1. Gênero *Mucor* Micheli. Rickia, 9:81-91.

Trufem, S.F.B. 1981b. Mucorales do Estado de São Paulo. 2. Gêneros *Absidia* van Tieghem, *Gongronella* Ribaldi e *Rhizopus* Ehrenberg. Rickia, 9:99-106.

Trufem, S.F.B. 1981c Mucorales do Estado de São Paulo. 3. Gêneros *Circinella* van Tieghem & Le Monnier e *Cunninghamella* Matruchot. Rickia, 9:113-120.

Trufem, S.F.B. 1984. Mucorales do Estado de São Paulo. 4. Espécies coprófilas. Rickia, 11:53-64.

Trufem, S.F.B. 1988. Fungos micorrízicos vesículo-arbusuclares da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. Universidade de São Paulo, SP. Tese de Doutorado.

Trufem, S.F.B. 1990a. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares de ecossistema de dunas do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. Anais do II Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste do Brasil. ACIESP, São Paulo. Vol 3:51-60.

Trufem, S.F.B. 1990b. Aspectos ecológicos de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em rizosferas de plantas de mata tropical úmida da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. Acta Botanica Brasilica, 4:31-45.

Trufem, S.F.B. 1995. Aspectos ecológicos de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em rizosferas de plantas de restinga da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. Revista Brasileira de Botânica, 18:51-60.

Trufem, S.F.B. 1996. Methods for the assessment of diversity in mycorrhizae pp. 49-63. *In:* Bicudo, C.E.M. & Menezes, N.A (ed.) Biodiversity in Brazil. A first approach. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), São Paulo.

Trufem, S.F.B. & Bononi, V.L.R. 1989. Micorrizas vesículo-arbusculares de culturas introduzidas em áreas de cerrado. Rickia, 12:165-187.

Trufem, S.F.B. & Malatinszky, S.M.M. 1995. Fungos micorrízicos arbusculares de Melastomataceae e outras plantas nativas resistentes e sensíveis à poluição na Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, SP, Brasil. Hoehnea, 22:77-89.

Trufem, S.F.B. & Viriato, A. 1985. Mucorales do Estado de São Paulo. 6. Mucoraceae coprófilas. Rickia, 113-123.

Trufem, S.F.B. & Viriato, A. 1990. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares da Reerva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, SP, Brasil Revista Brasileira de Botânica, 13:49-54.

Trufem, S.F.B., Grandi, R.A.P., & Silveira, R.B.A. 1990. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em plantas ornamentais do Jardim Botânico de São Paulo, SP. Hoehnea, 17:85-89.

Trufem, S.F.B., Otomo, H.S. & Malatinszky, S.M.M. 1989a Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em rizosfereas de plantas de dunas do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. 1: Taxonomia. Acta Botanica Brasilica, 3:141-152.

Trufem, S.F.B., Otomo, H.S. & Malatinszky, S.M.M. 1994. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em rizosferas de plantas de dunas do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. 2. Acta Botanica Brasilica, 8:31-45.

Trufem, S.F.B., Otomo, H.S. Silveira, R.B.A.; Castro. C.E.F. & Tombolato, A.F.C. 1989b. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em roseiras cultivadas em três municípios do Estado de São Paulo, Brasil. Hoehnea, 16:165-177.

Upadhyay, H.P. 1967. Soil fungi from Northeast Brazil. III. Phycomycetes. Mycopathology and Mycology Applied, 31:49-62.

Upadhyay,H.P. 1973. *Helicostylum* and *Thamnostylhum* (Mucorales). Mycologia, 65:733-751.

Viriato, A. 1996. Diversidade e aspectos ecológicos de Mucorales (Zygomycetes) de solo e de fezes de herbívoros do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. Universidade Guarulhos, Guarulhos. Dissertação de Mestrado.

Viriato, A. & Trufem, S.F.B., 1985a. Mucorales do Estado de São Paulo. 5. Piloboloaceae. Rickia, 12:77-88.

Viriato, A. & Trufem, S.F.B., 1985b. Mucorales do Estado de São Paulo. 7. Espécies merosporangiadas. Rickia, 12:147-154.

Walker, C. 1983. Taxonomic concepts in the Endogonaceae: spore wall characteristics in species descriptions. Mycotaxon, 18: 443-455.

Walker, C. 1986. Taxonomic concepts in the Endogonaceae: II. A fifth morphological wall type in Endogonaceous spores. Mycotaxon, 25:95-97.

Waterhouse, G.M. 1973. Entomophthorales pp. 219-229. *In:* **Ainsworth, G.C.; Sparrow, F.K. & Sussman, A.S.** The Fungi, vol IV B. Academic Press, New York.

Zycha, H. 1935. Mucorineae. Kryptogamenflora der mark Brandenburg. Gebruder Borntraeger, Leipzig.

Zycha, H., Siepmann, R. & Linnemann, G. 1969. Mucorales. J. Cramer, Lehre.